

(700) 中炭素鋼温間加工材の強度靱性支配因子

新日本製鐵(株) 厚板・条鋼研究センター ○越智達朗, 高橋稔彦, 鈴木信一

1. 緒言 高強度鍛造品は従来熱間鍛造あるいは冷間鍛造によって製造されてきたが, 省エネルギー, 省工程の観点から温間鍛造 (A_1 変態点以下での鍛造) を指向する動きが高まってきている。温間鍛造のねらいは, 鍛造ままで十分な強度・靱性を保証することによって, 鍛造後の調質熱処理を省略することにあるので, 鋼材組成の面でも, 調質熱処理を前提に組立てられた機械構造用鋼体系の見直しが必要であると考えられる。本研究では, 温間加工ままで強度と靱性を保証するための手法を, 鋼材組成と鍛造条件の両面から検討した。

2. 実験方法 (1) 供試材: 加工材靱性を確保するための好ましい強化法を明らかにする観点から, 強化要因としてパーライト分率, パーライト組織のラメラ間隔, 固溶体硬化の効果を検討するために, S45C 鋼を基本に, C を 0.2~0.55%, Cr を 0~1.5%, Si を 0.25~1.5% に変化させた材料を用いた。

(2) 温間加工法: 加工硬化による強化の効果を明らかにするために, 加工温度を 500~700°C の範囲で変え, 歪速度 10/sec, 加工率 60% (1パス) の条件で温間圧延を行った。

(3) 強度靱性の評価: 加工材の中心部より L 方向に A2 号引張試験片及び 2mm Uノッチシャルピー試験片を採取し, JIS に従って引張試験及びシャルピー衝撃試験を行った。

(4) 組織観察: パーライト分率, ラメラ間隔は, それぞれ光学顕微鏡, 電顕レプリカ法で写真撮影して測定した。

3. 実験結果 (1) 温間加工材は, 集合組織の形成に伴うセパレーションの発生によって脆性破壊が抑制されるため, 常温では組成, 鍛造条件を問わず, 全て完全に延性的に破壊した。

(2) 表 1 に温間加工材の加工材強化法を示したが, この中で, 図 1 に示したように低温加工による加工硬化を利用した加工材強化, Si 増による固溶体硬化, あるいは C 量によるパーライト分率増を利用した素材強化による加工材強化は, いずれも加工材靱性を劣化させる。ところが, Cr 添加による焼入性の増加によって低温変態させて素材強化した場合には, 強度が増加しても靱性は全く劣化しない。低温変態による素材強化のみが温間加工材の靱性を低下させない理由は, 表 2 に示したように, 低温変態によってラメラ間隔が微細化, セメントナイト板が薄肉化するため, セメントナイト板の破壊とそのフェライト相への成長が抑制されるためと考えられる。

4. 結言 低温変態化により強化した素材を, A_1 変態点直下の出来る限り高温域で加工することにより, 強度靱性にすぐれた温間鍛造品を得ることが出来る。

Table 1 Strengthening factors of worm work products.

Strength of rolled wire and bar	Increase of pearlite fraction
	Refinement of pearlite lamellae spacing
	Increase of ferrite strength
Work hardening	Increase of dislocation density

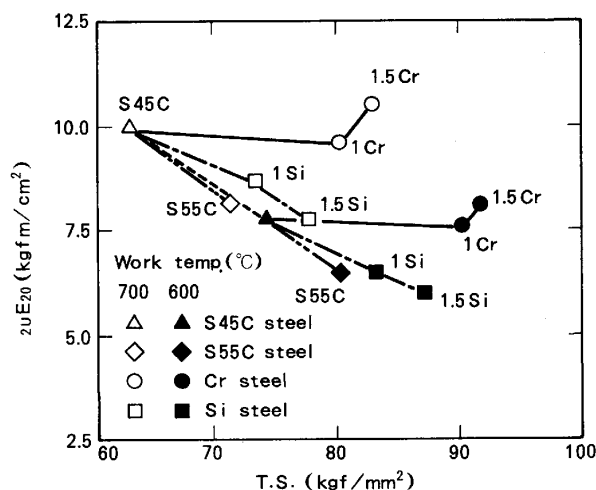


Fig. 1 Effect of strengthening factors on the relation between strength and toughness.

Table 2 Effect of Cr addition on the microstructural factors.

	Pearlite fraction	Lamellae spacing	Cementite thickness
S45C steel	60%	0.35 μm	0.040 μm
S45C+1%Cr steel	85%	0.30 μm	0.024 μm